



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 01 063 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
C 01 B 33/32
C 02 F 5/04
C 11 D 3/08

②① Aktenzeichen: 196 01 063.2
②② Anmeldetag: 15. 1. 96
④③ Offenlegungstag: 12. 9. 96

DE 196 01 063 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
06.03.95 DE 195077849

⑦① Anmelder:
Hoechst AG, 65929 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:
Wilkens, Jan, Dipl.-Chem. Dr., 50354 Hürth, DE;
Schimmel, Günther, Dipl.-Chem. Dr., 50374 Erftstadt,
DE

⑤④ Kristallines Natriumschichtsilikat

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein kristallines Natriumschichtsilikat
der allgemeinen Formel
 $x \text{ Na}_2\text{O} \cdot y \text{ SiO}_2 \cdot z \text{ P}_2\text{O}_5$
in der
das Verhältnis x zu y einer Zahl von 0,35 bis 0,6,
das Verhältnis x zu z einer Zahl von 1,75 bis 1200
und das Verhältnis y zu z einer Zahl von 4 bis 2800 entspricht,
ein Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung.

DE 196 01 063 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein kristallines Natriumschichtsilikat, ein Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung.

Die verschiedenen bekannten kristallinen Natriumsilikate lassen sich voneinander durch ihre Zusammensetzung sowie durch ihr jeweils spezifisches Röntgenbeugungsdiagramm unterscheiden. Häufig läßt sich ein Natriumsilikat bei unveränderter Zusammensetzung mit unterschiedlichen Kristallstrukturen herstellen. Die einzelnen Formen unterscheiden sich im allgemeinen in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften voneinander. Einer der wichtigsten, auf synthetischem Wege zugänglichen Natriumschichtsilikate ist die δ -Modifikation des Natriumdisilikats, das sogenannte SKS-6 oder auch δ - $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, das eine hohe Ionenaustauschkapazität für Calcium- und Magnesiumionen aufweist und insbesondere zur Wasserenthärtung verwendet wird (EP-A-0 164 514).

Ein wichtiger Parameter zur Messung der Ionenaustauschfähigkeit und zur Charakterisierung der Schichtsilikate ist das Kalkbindevermögen (KBV), das bei einer definierten Meßmethode angibt, welche Menge an Calciumionen das Schichtsilikat in wäßriger Lösung zu binden vermag. Dabei ist sehr wichtig, daß dieses Ionenaustauschvermögen möglichst schnell nach Zugabe des Schichtsilikats zu Wasser zur Verfügung steht. Üblicherweise liegen die KBV-Werte für die einzelnen $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ -Modifikationen oder Gemische derselben zwischen 30 und 80 mg Ca^{2+} /g Schichtsilikat.

Die Herstellung von kristallinen Natriumdisilikaten mit Schichtstruktur ist auf verschiedenen Wegen möglich. Nach der DE-A-31 00 942 erhält man durch Temperung von Natriumsilikatgläsern oder durch Erhitzen von Natriumcarbonat mit Quarz kristalline Natriumsalze von Kieselsäuren mit einem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ -Verhältnis von 2 : 1 bis 3 : 1.

Die DE-A-34 17 649 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von kristallinen Natriumsilikaten mit einem Molverhältnis von $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ von 1,9 : 1 bis 3,5 : 1 aus amorphem Natriumsilikat, wobei man wasserhaltiges amorphes Natriumsilikat mit Impfkristallen versetzt, die Reaktionsmischung durch Erhitzen entwässert und die entwässerte Reaktionsmischung solange bei einer Temperatur hält, die mindestens 450°C beträgt, jedoch unter dem Schmelzpunkt liegt, bis das Natriumsilikat kristallisiert ist. Nach dieser Methode lassen sich die α -, β -, γ - und δ -Modifikationen des $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ herstellen.

Willgallis und Range (Glastechn. Ber. 37 (1964), 194—200) beschreiben die Herstellung von α -, β - und γ - $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ durch Temperung von geschmolzenem und nicht-geschmolzenem entwässertem Natronwasserglas. Diese Produkte haben Schichtstruktur; aus den Röntgendiffraktogrammen ergibt sich die kristalline Form. In Abhängigkeit von der Temperatur können die verschiedenen, obengenannten Kristallmodifikationen erhalten werden. Die Herstellung von δ - $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ist nach diesem Verfahren allerdings nicht möglich.

Die DE-A-41 42 711 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von kristallinen Natriumdisilikaten mit Schichtstruktur durch Umsetzung von Sand mit Natronlauge und Sprühtrocknen der so gewonnenen Wasserglaslösung, wobei man das sprühtrocknete, pulverförmige amorphe Natriumdisilikat aufmahlt, in einen Drehrohrofen einbringt und darin bei Temperaturen von 400 bis 800°C bis zu einer Stunde unter Bildung von kristallinem Natriumdisilikat behandelt.

In der EP-A-0 550 048 wird einanorganisches Ionenaustauschmaterial beschrieben, daß der Formel $x \text{ M}_2\text{O} \cdot y \text{ SiO}_2 \cdot z \text{ M}'\text{O}$ entspricht und worin $\text{M} = \text{Na}$ oder K , $\text{M}' = \text{Ca}$ oder Mg ist mit $y/x = 0,5 - 2,0$ und $z/x = 0,005 - 1,0$. Aus den weiteren Angaben dieser Schrift ist zu entnehmen, daß es sich um sehr alkalireiche Silikate mit Kettenstruktur handelt, die aber offenbar nicht phasenrein erhalten werden.

Schließlich beschreibt die japanische Offenlegungsschrift Hei 4-160 013 ein Verfahren zur Herstellung von Typen des δ -Natriumdisilikates, indem eine Bor-haltige Verbindung mit einer wäßrigen Lösung eines Alkalimetalldisilikates mit einem molaren Verhältnis $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ ($\text{M} = \text{Alkalimetall}$) von 1 bis 3 gemischt wird und nachfolgend getrocknet und calciniert wird. Die Ausbeute und Kristallinität des Produktes wird hauptsächlich über das Verhältnis $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ gesteuert.

Nachteilig bei den bekannten Verfahren ist, daß sie entweder gar nicht zu einem Produkt der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ führen oder aber, daß die besonders vorteilhafte δ -Modifikation nicht in hoher Ausbeute erhalten wird, sondern mit α -, β - und γ - $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ verunreinigt ist.

Insbesondere besteht ein Bedarf an kristallinem Natriumschichtsilikat mit einer erhöhten Ionenaustauschkapazität für Ca^{2+} -Ionen in wäßriger Lösung.

Es war daher Aufgabe der Erfindung, ein kristallines Natriumschichtsilikat zur Verfügung zu stellen, das insbesondere eine in Bezug auf Ca^{2+} -Ionen erhöhte Ionenaustauschkapazität aufweist. Vorzugsweise soll dabei das Calciumbindevermögen bereits kurz nach Zugabe des Natriumschichtsilikats zu Wasser einen möglichst hohen Wert annehmen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein kristallines Natriumschichtsilikat gemäß Anspruch 1 mit der Formel $x \text{ Na}_2\text{O} \cdot y \text{ SiO}_2 \cdot z \text{ P}_2\text{O}_5$, in der das Verhältnis x zu y einer Zahl von 0,35 bis 0,6, das Verhältnis x zu z einer Zahl von 1,75 bis 1200 und das Verhältnis y zu z einer Zahl von 4 bis 2800 entspricht.

Bevorzugt entspricht in der vorgenannten Formel das Verhältnis x zu y einer Zahl von 0,40 bis 0,57, x zu z einer Zahl von 8 bis 400 und y zu z einer Zahl von 20 bis 800.

Besonders bevorzugt entspricht x zu y einer Zahl von 0,45 bis 0,55, x zu z einer Zahl von 15 bis 200 und y zu z einer Zahl von 40 bis 400.

Insbesondere die letztgenannten Zusammensetzungen führen zu erfindungsgemäßen Natriumschichtsilikaten mit hoher Kristallinität und einem sehr hohen Calciumbindevermögen von mehr als 85 mg Ca^{2+} /g Natriumschichtsilikat, bevorzugt von mehr als 90 mg Ca^{2+} /g Natriumschichtsilikat.

Regelmäßig lassen sich mit den erfindungsgemäßen Natriumschichtsilikaten KBV-Werte von mehr als 100 mg Ca^{2+} /g Natriumschichtsilikat erreichen.

Ebenso besteht Bedarf an einem einfachen Verfahren, um die vorgenannten, erfindungsgemäßen kristallinen Natriumschichtsilikate in einem weiten Temperaturbereich mit möglichst hoher Ausbeute zu kristallisieren.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines kristallinen Natriumschichtsilikats der allgemeinen Formel $x \text{Na}_2\text{O} \cdot y \text{SiO}_2 \cdot z \text{P}_2\text{O}_5$, in der x, y und z die vorstehend genannte Bedeutung haben, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man eine phosphorhaltige Verbindung in einem wäßrigen Medium mit einer Silikatverbindung mischt, zur Reaktion bringt, teilentwässert und anschließend calciniert.

Als phosphorhaltige Verbindungen kommen solche der allgemeinen Formel $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ ($n = 1$ bis 6), $\text{H}_n\text{P}_n\text{O}_{3n}$ ($n = 3$ bis 8) und HPO_3 sowie deren Alkalisalze und/oder Diphosphorpentoxid in Frage.

Als Silikatverbindung können beispielsweise Kieselsäure, Kieselgel, Natronwasserglas und/oder Quarzsand verwendet werden.

Die Teilentwässerung des Gemisches aus der phosphorhaltigen Verbindung und der wäßrigen Lösung der Silikatverbindung erfolgt bei 80 bis 300°C, bevorzugt bei 105 bis 220°C und führt zu amorphen, wasserhaltigen Produkten, deren Glühverluste (720°C, 1 h) zwischen 1 und 22 Gew.-% liegen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird bei 560 bis 840°C, bevorzugt bei 600 bis 780°C calciniert.

Der Zeitraum für das Calcinieren ist nicht kritisch, er beträgt im allgemeinen 0,5 bis 5 Stunden.

Die erfindungsgemäßen Natriumschichtsilikate eignen sich hervorragend zur Enthärtung von Wasser, das Calcium- und/oder Magnesiumionen enthält.

Ebenso können die erfindungsgemäßen Natriumschichtsilikate in vielen Einsatzbereichen als Builder verwendet werden.

Ihre bevorzugte Verwendung finden die erfindungsgemäßen Natriumschichtsilikate in Wasch- und Reinigungsmitteln.

Ebenso hervorzuheben ist neben ihrer hervorragenden Primärwaschwirkung auch eine verbesserte Sekundärwaschwirkung. Diese zeigt sich insbesondere in einer deutlich verringerten Inkrustation des mit dem erfindungsgemäßen Natriumschichtsilikat gewaschenen Gewebes.

In den folgenden Beispielen, in denen die Erfindung näher beschrieben wird, wurde das Kalkbindevermögen der erhaltenen kristallinen Natriumschichtsilikate wie folgt ermittelt:

Methode 1 30

30 g einer Calciumlösung (131,17 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ werden in destilliertes Wasser gelöst und auf 5000 g aufgefüllt) werden mit 5,6 g einer Pufferlösung (75,07 g Glycin und 58,4 g NaCl werden in destilliertes Wasser gelöst und auf 1000 ml aufgefüllt) gemischt und mit destilliertem Wasser auf 999 g aufgefüllt. Diese Lösung, die einer Wasserhärte von 30° dH bzw. 300 mg CaO/l entspricht, wird auf 20°C temperiert und mit 1 g Probe versetzt. Die Lösung wurde für eine bestimmte Zeit (z. B. 10 Minuten) gerührt, abfiltriert und im Filtrat das in der Lösung verbliebene Calcium komplexometrisch bestimmt. Durch Differenzbildung mit dem ursprünglichen Calcium-Gehalt wurde das Calcium-Bindevermögen, allgemein als KBV-Wert bezeichnet, bestimmt.

Methode 2 40

Die Calcium-Stammlösung besteht aus 157,30 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, das in destilliertem Wasser gelöst und auf 1000 ml aufgefüllt wird. Zur Herstellung der Pufferlösung werden 88,5 g Glycin und 69,04 g NaCl in 520 ml 1 n Natronlauge gelöst und mit destilliertem Wasser auf 2000 ml aufgefüllt.

980 ml destilliertes Wasser, 20 ml Pufferlösung und insgesamt 5 ml Calcium-Stammlösung werden gemischt und auf 20°C temperiert. Die resultierende Wasserhärte entspricht ebenfalls 30° dH. Nach Zugabe von 1 g Probensubstanz wird die ungebundene Calciumkonzentration mit Hilfe einer ionensensitiven Elektrode (z. B. Fa. ORION, Modell 900 200) fortlaufend detektiert. Als Maß für die Schnelligkeit der Wasserenthärtung wird in den folgenden Beispielen der KBV-Wert nach 1 und nach 3 Minuten aufgeführt.

Die Primärwaschwirkung des Textilwaschmittels wurde bei 60°C an verschiedenen Testgeweben gemäß DIN 53 919 durch Bestimmung der Remissionsdifferenz ermittelt, die sich aus der Differenz der Remission des Testgewebes nach und vor dem Waschen ergibt. Die Sekundärwaschwirkung wurde ebenfalls bei 60°C an verschiedenen Testgeweben gemäß DIN 53 919 bestimmt.

Beispiel 1 55

Ein Rührautoklav — mit 0,25 l Gesamtinhalt und ausgestattet mit Teflon-Inliner — wurde mit 230 g einer Mischung aus 113,6 g Natronlauge (50 Gew.-%), 13,57 g $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, 88,8 g Kieselsäure (Wacker HDK T30) und 60 g destilliertem Wasser gefüllt, auf 200°C (entsprechend ca. 15 bar) aufgeheizt und für 90 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Das Produkt wurde entnommen, sprühgetrocknet und anschließend eine Stunde bei 720°C calciniert. Das Endprodukt enthält gemäß Analyse 8100 ppm Phosphor. Mit Hilfe des Röntgenbeugungs-diffraktogramms läßt sich das phosphorhaltige Produkt als ein zur metastabilen δ -Modifikation des $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ analoges Schichtsilikat interpretieren.

Das Kalkbindevermögen des Produktes wurde gemäß Methode 1 zu 101 mg Ca^{2+} /g bestimmt. Gemäß Methode 2 läßt sich ein KBV-Wert von 98 mg Ca^{2+} /g nach 1 Minute bzw. 98 mg Ca^{2+} /g nach 3 Minuten ermitteln.

Beispiel 2

Es wurde analog Beispiel 1 verfahren, wobei jedoch die Calcinierungstemperatur entsprechend Tabelle 1 variiert wurde. Die Röntgenbeugungsdiffraktogramme der phosphorhaltigen Produkte lassen sich mit den literaturbekannten Daten der verschiedenen Modifikationen des $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ interpretieren. Eine Abschätzung der röntgenographisch ermittelten Phasenzusammensetzungen sowie die KBV-Werte der phosphorhaltigen Schichtsilikate sind ebenfalls in Tabelle 1 aufgeführt.

Beispiel 3 (Vergleichsbeispiel)

Es wurde analog zu den Beispielen 1 und 2 verfahren, jedoch wurde dem Ansatz keine Phosphorverbindung zugegeben. Die resultierenden Ergebnisse sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Beispiel 4

Ein Rührautoklav — mit 0,25 l Gesamtinhalt und ausgestattet mit Teflon-Inliner — wurde mit 230 g einer Mischung aus 113,6 g Natronlauge (50 Gew.-%), 27,13 g $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, 96,6 g Kieselsäure (Wacker HDK T30) und 45 g destilliertem Wasser gefüllt, auf 200°C (entsprechend ca. 15 bar) aufgeheizt und für 90 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Das Produkt wurde entnommen, sprühgetrocknet und anschließend eine Stunde bei 720°C calciniert. Das Endprodukt enthält gemäß Analyse 14500 ppm Phosphor. Das Röntgenbeugungsdiffraktogramm des phosphorhaltigen Produktes läßt sich als ein δ -phasenanalogenes Schichtsilikat interpretieren.

Das Kalkbindevermögen des Produktes wurde gemäß Methode 1 zu 104 mg Ca^{2+}/g bestimmt. Gemäß Methode 2 läßt sich ein KBV-Wert von 104 mg Ca^{2+}/g nach 1 Minute bzw. 102 mg Ca^{2+}/g nach 3 Minuten ermitteln.

Beispiel 5

Es wurde analog Beispiel 4 verfahren, wobei jedoch die Calcinierung bei 700°C durchgeführt wurde. Das Röntgenbeugungsdiffraktogramm des phosphorhaltigen Produktes läßt sich weitgehend als ein δ -phasenanalogenes Schichtsilikat interpretieren. Der Anteil der kristallinen Tieftemperatur-Modifikation (β -Phase) liegt unter 25%; eine α -phasenanaloge Hochtemperatur-Modifikation läßt sich röntgenographisch nicht nachweisen.

Das Kalkbindevermögen des Produktes wurde gemäß Methode 1 zu 113 mg Ca^{2+}/g bestimmt. Gemäß Methode 2 läßt sich ein KBV-Wert von 114 mg Ca^{2+}/g nach 1 Minute bzw. 114 mg Ca^{2+}/g nach 3 Minuten ermitteln.

Beispiel 6

Ein Rührautoklav — mit 0,25 l Gesamtinhalt und ausgestattet mit Teflon-Inliner — wurde mit 230 g einer Mischung aus 113,6 g Natronlauge (50 Gew.-%), 1,60 g $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, 86,6 g Kieselsäure (Wacker HDK T30) und 60 g destilliertem Wasser gefüllt, auf 200°C (entsprechend ca. 15 bar) aufgeheizt und für 90 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Das Produkt wurde entnommen, sprühgetrocknet und anschließend eine Stunde bei 720°C calciniert. Das Endprodukt enthält gemäß Analyse 995 ppm Phosphor. Das Röntgenbeugungsdiffraktogramm des phosphorhaltigen Produktes läßt sich als ein δ -phasenanalogenes Schichtsilikat interpretieren.

Das Kalkbindevermögen des Produktes wurde gemäß Methode 1 zu 104 mg Ca^{2+}/g bestimmt. Gemäß Methode 2 läßt sich ein KBV-Wert von 104 mg Ca^{2+}/g nach 1 Minute bzw. 102 mg Ca^{2+}/g nach 3 Minuten ermitteln.

Beispiel 7

Ein Rührautoklav — mit 0,25 l Gesamtinhalt und ausgestattet mit Teflon-Inliner — wurde mit 230 g einer Mischung aus 116,4 g Natronlauge (50 Gew.-%), 2,05 g Phosphorsäure (85%ig), 86,6 g Kieselsäure (Wacker HDK T30) und 60 g destilliertem Wasser gefüllt, auf 200°C (entsprechend ca. 15 bar) aufgeheizt und für 90 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Das Produkt wurde entnommen, sprühgetrocknet und anschließend eine Stunde bei 720°C calciniert. Das Endprodukt enthält gemäß Analyse 4500 ppm Phosphor. Das Röntgenbeugungsdiffraktogramm des phosphorhaltigen Produktes läßt sich weitgehend als ein δ -phasenanalogenes Schichtsilikat interpretieren; der Anteil der α -Phase liegt unter 10%.

Das Kalkbindevermögen des Produktes wurde gemäß Methode 1 zu 98 mg Ca^{2+}/g bestimmt. Gemäß Methode 2 läßt sich ein KBV-Wert von 98 mg Ca^{2+}/g nach 1 Minute bzw. 99 mg Ca^{2+}/g nach 3 Minuten ermitteln.

Beispiel 8

Es wurde analog Beispiel 7 verfahren, wobei jedoch die Calcinierung bei 680°C durchgeführt wurde. Das Röntgenbeugungsdiffraktogramm des phosphorhaltigen Produktes läßt sich weitgehend als ein δ -phasenanalogenes Schichtsilikat interpretieren. Der Anteil der kristallinen Tieftemperatur-Modifikation (β -Phase) liegt deutlich unter 50%; eine α -phasenanaloge Hochtemperatur-Modifikation läßt sich röntgenographisch nicht nachweisen.

Das Kalkbindevermögen des Produktes wurde gemäß Methode 1 zu 108 mg Ca^{2+}/g bestimmt. Gemäß Methode 2 läßt sich ein KBV-Wert von 114 mg Ca^{2+}/g nach 1 Minute bzw. 114 mg Ca^{2+}/g nach 3 Minuten ermitteln.

Beispiel 9

Die Waschmittelformulierungen wurden gemäß Tabelle 3 aus den verschiedenen Einzelkomponenten nach dem dem Fachmann geläufigen Sprühnebelmischverfahren hergestellt. Für Vergleichszwecke wurde in der Formulierung A ein handelsübliches kristallines Natriumschichtsilikat (SKS-6, Fa. Hoechst AG; Kalkbindevermögen gemäß Methode 1 von 82 mg Ca^{2+} /g) verwendet. Die Formulierung B enthält ein erfindungsgemäßes Natriumschichtsilikat mit 8100 ppm Phosphor (α -Phase < 10%, β -Phase < 15%, δ -Phase > 75%; Kalkbindevermögen gemäß Methode 1 von 104 mg Ca^{2+} /g). Es sei darauf hingewiesen, daß beiden Formulierungen keine Polycarboxylate zugesetzt wurden, um das Inkrustierungsverhalten besser beurteilen zu können.

Die Waschversuche wurden mit einer Dosierung von 65 g Waschpulver pro Waschgang bei einer Gesamtwasserhärte von 18°dH (Verhältnis Ca : Mg = 5 : 1) und einer Temperatur von 60°C durchgeführt. Die Beladung der Waschautomaten erfolgte mit 3,75 kg Trockenwäsche.

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Primärwaschleistung, in Tabelle 5 die des Inkrustationsverhaltens aufgeführt.

TABELLE 1

Calciniertungs- temperatur	α -Phase	Gehalt [%] β -Phase	δ -Phase	KBV Methode 1 (10 min)	KBV Methode 2 (1 min) (3 min)
660 °C	0	~50	~50	113	105 120
680 °C	0	<50	>50	115	100 115
720 °C	0	0	100	101	98 98
740 °C	0	0	100	100	100 102
780 °C	<10	0	>90	96	95 96

TABELLE 2

Calcinierungs- temperatur	α -Phase	Gehalt [%] β -Phase	δ -Phase	KBV Methode 1 (10 min)	KBV Methode 2 (1 min) (3 min)
700 °C	0	<50	>50	80	68 75
720 °C	0	<25	>75	82	73 82
740 °C	<10	0	>90	82	75 81
760 °C	<50	0	>50	74	61 70

Tabelle 3

Zusammensetzung der Waschmittelformulierungen (in Gew.-%)

Inhaltsstoff	Formulierung A	Formulierung B
Builder (SKS-6)	39,30	0,00
Builder (SKS-6P)	0,00	39,30
Anionisches Tensid (LAS)	11,00	11,00
Nichtionisches Tensid (5 EO)	3,10	3,10
Nichtionisches Tensid (7 EO)	3,10	3,10
Entschäumer aus Silikonbasis	0,47	0,47
optischer Aufheller	0,28	0,28
Enzyme (Proteasen)	1,60	1,60
Enzyme (Amylasen)	1,60	1,60
Bleichsubstanz (Natriumperborat-Monohydrat)	23,60	23,60
Bleichaktivator (TAED)	6,30	6,30
Stellmittel (Natriumsulfat)	6,55	6,55

Tabelle 4

Primärwaschleistung (in % Remissionsdifferenz)

Gewebe	Formulierung A	Formulierung B
Baumwolle Standard EMPA 101	17,4	18,5
Polyester/Baumwolle 2 : 1 EMPA 104	18,0	20,0
Baumwolle Standard WFK 10D	24,8	25,1
Polyester Standard WFK 30D	16,4	22,0
Mittelwert	19,2	21,4
Baumwolle EMPA 112	32,7	37,8
Baumwolle EMPA 116	36,9	37,1
Baumwolle CFT A10	34,7	31,8
Mittelwert	34,8	35,6
Baumwolle CFT BC1	15,3	16,9
Baumwolle CFT BC4	18,2	18,3
Baumwolle CFT CS3	42,7	43,6
Mittelwert	25,4	1,75

Tabelle 5

Inkrustationsverhalten (in % Asche nach 25 Waschgängen)

Gewebe	Formulierung A	Formulierung B
Frottee (Fa. Vossen)	3,79	1,94
Baumwolle EMPA	2,57	1,34
Baumwolle WFK	2,97	2,45
Polyester/Baumwolle 2 : 1 WFK	3,00	1,31
Doppelripp WFK	3,25	1,73
Mittelwert	3,12	1,75

Patentansprüche

1. Kristallines Natriumschichtsilikat der allgemeinen Formel



in der

das Verhältnis x zu y einer Zahl von 0,35 bis 0,6,

das Verhältnis x zu z einer Zahl von 1,75 bis 1200

und das Verhältnis y zu z einer Zahl von 4 bis 2800 entspricht.

2. Kristallines Natriumschichtsilikat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß das

Verhältnis x zu y einer Zahl zwischen 0,4 bis 0,57, das Verhältnis x zu z einer Zahl von 8 bis 400 und das Verhältnis y zu z einer Zahl von 20 bis 800 entspricht.

3. Kristallines Natriumschichtsilikat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis x zu y einer Zahl von 0,45 bis 0,55, das Verhältnis x zu z einer Zahl von 15 bis 200 und das Verhältnis y zu z einer Zahl von 40 bis 400 entspricht.

4. Kristallines Natriumschichtsilikat nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Kalkbindevermögen von mindestens 85 mg Ca^{2+} /g Schichtsilikat aufweist.5. Kristallines Natriumschichtsilikat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Kalkbindevermögen von mindestens 90 mg Ca^{2+} /g Schichtsilikat aufweist.6. Verfahren zur Herstellung eines kristallinen Natriumschichtsilikats der allgemeinen Formel $x\text{Na}_2\text{O} \cdot y\text{SiO}_2 \cdot z\text{P}_2\text{O}_5$, in der x, y und z die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung haben, dadurch gekennzeichnet, daß man eine phosphorhaltige Verbindung in einem wäßrigen Medium mit einer Silikatverbindung mischt, zur Reaktion bringt, teilentwässert und anschließend calciniert.7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die phosphorhaltige Verbindung der allgemeinen Formel $\text{H}_n + 2\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ ($n = 1$ bis 6), $\text{H}_n\text{P}_n\text{O}_{3n}$ ($n = 3$ bis 8) und HPO_3 sowie deren Alkalisalzen entspricht und/oder Diphosphorpentoxid ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet daß die Silikatverbindung Kieselsäure, Kieselgel, Natronwasserglas oder Quarzsand ist.

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei 80 bis 300°C teilentwässert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei 105 bis 220°C teilentwässert wird.

11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Glühverlust der amorphen Produkte bei 720°C und 1 h Glühdauer zwischen 1 und 22 Gew.-% beträgt.

12. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei 560 bis 840°C g calciniert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet daß bei 600 bis 780°C calciniert wird.

14. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß 0,5 bis 5 h calciniert wird.

15. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mittels Sprühtrocknen teilentwässert wird.

16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Trockenofens teilentwässert wird.

17. Verwendung der kristallinen Natriumschichtsilikate gemäß den Ansprüchen 1 bis 5 oder hergestellt nach den Verfahren der Ansprüche 6 bis 16 zur Enthärtung von Wasser, das Calcium- und/oder Magnesiumionen enthält.

18. Verwendung der kristallinen Natriumschichtsilikate gemäß den Ansprüchen 1 bis 5 oder hergestellt nach

den Verfahren der Ansprüche 6 bis 16 als Builder.

19. Verwendung der kristallinen Natriumschichtsilikate gemäß den Ansprüchen 1 bis 5 oder hergestellt nach den Verfahren der Ansprüche 6 bis 16 in Wasch- und Reinigungsmitteln.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65